

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

Patent Number: JP8313915
Publication date: 1996-11-29
Inventor(s): KOMA TOKUO
Applicant(s):: SANYO ELECTRIC CO LTD
Requested Patent: ☐ JP8313915
Application Number: JP19950118557 19950517
Priority Number(s):
IPC Classification: G02F1/1337
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PURPOSE: To reform orientation control films and to improve a display grade.
CONSTITUTION: The orientation control films 15, 23 are formed of SiNx and are subjected to rubbing. As a result, the common use of these films with passivation films is possible and, therefore, the reduction of the thickness of the dielectric layers between a liquid crystal layer and display electrodes 13, 21 is attained and the coating of conductive foreign matter is attained. The controllability of residual charges is consequently improved and the decrease of DC component voltage and the increase of a voltage holding rate are attained. In addition, the leakage between substrates is prevented. Further, pretilts are eliminated and, therefore, the disturbance by the control effect of the orientation by the pretilts is eliminated in a structure to control the orientation by forming prescribed electrodes and regions where the electrodes do not exist and deforming the electric fields in pixel capacitors.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-313915

(43) 公開日 平成8年(1996)11月29日

(51) Int.Cl.⁶

G 0 2 F 1/1337

識別記号

5 1 5

庁内整理番号

F I

G 0 2 F 1/1337

技術表示箇所

5 1 5

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全7頁)

(21) 出願番号 特願平7-118557

(71) 出願人 000001889

三洋電機株式会社

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号

(22) 出願日 平成7年(1995)5月17日

(72) 発明者 小間 徳夫

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三

洋電機株式会社内

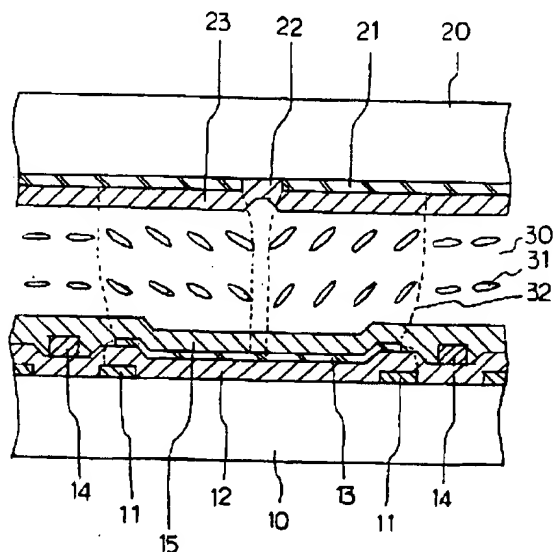
(74) 代理人 弁理士 岡田 敬

(54) 【発明の名称】 液晶表示装置

(57) 【要約】

【目的】 配向制御膜を改良し、表示品位を向上する。

【構成】 配向制御膜(15, 23)をSiNxにより形成し、ラビングを行っている。これにより、パッシベーション膜との兼用ができるので、結果的に液晶層と表示電極(13, 21)との間の誘電層の薄膜化が成されるときともに、導電性異物の被覆が実現される。このため、残留電荷の制御性が向上され直流成分電圧の低減、電圧保持率の上昇が達成され、また基板間のリークが防がれる。更に、プレチルトがなくなるので、所定の電極及び電極不在領域を形成して画素容量内の電界を変形し配向を制御する構造においては、プレチルトによる配向の制御作用による妨害が無くされる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 液晶層を挟んで対向配置された一对の基板上に液晶駆動用の画素容量を構成する複数の液晶駆動用電極が形成され、前記液晶駆動用電極に電圧を印加することにより前記画素容量に対応する液晶層中に電界を形成し液晶の配向を変化して透過率を変える液晶表示装置において、

前記液晶駆動用電極が形成された基板上には、無機膜からなる配向制御膜が形成され、液晶の初期配向を制御することを特徴とする液晶表示装置。

【請求項2】 液晶層を挟んで対向配置された一对の基板上に液晶駆動用の画素容量を構成する複数の液晶駆動用電極が形成され、前記液晶駆動用電極に電圧を印加することにより前記画素容量に対応する液晶層中に電界を形成し液晶の配向の第1成分を指定して透過率を変化するとともに、前記一对の基板の一方の基板上には前記画素容量の周辺に画素容量内の電界を變形する配向制御電極が配置され、液晶の配向の第2成分を指定して視角特性を変える液晶表示装置において、

前記液晶駆動用電極が形成された基板上には、無機膜からなる配向制御膜が形成され、液晶の初期配向を制御することを特徴とする液晶表示装置。

【請求項3】 前記一对の基板の一方に形成された液晶駆動用電極中には、電極の不在部分である配向制御窓が形成されていることを特徴とする請求項1または請求項2記載の液晶表示装置。

【請求項4】 前記配向制御膜は、ラビング処理が施され、液晶の初期配向方向は前記配向制御膜との接触界面において前記ラビングの方向に沿った一定方向に揃えられていることを特徴とする請求項1から請求項3のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項5】 前記配向制御膜は、CVDあるいはスパッタリングにより形成された膜であることを特徴とする請求項1から請求項4記載の液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は液晶表示装置に関し、特に、液晶の基板との接触界面において、液晶の配向を制御する配向制御膜を改良した液晶表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 液晶表示装置は小型、薄型、低消費電力などの利点があり、OA機器、AV機器などの分野で実用化が進んでいる。特に、液晶駆動用の透明電極を交差配置して表示点をマトリクス的に選択しながら電圧を印加するマトリクス型、更には、液晶駆動用の表示電極を複数、共通電極に対向配置させ、各表示電極にスイッチ素子を接続形成することにより、線順次書き換え画素を選択しながら、信号電圧を保持させていくアクティブマトリクス型は、高精細、高コントラスト比の動画表示が可能となり、パーソナルコンピュータのディスプレ

イ、テレビジョンなどに実用化されている。

【0003】 液晶表示装置は、液晶駆動用の透明電極を有した電極基板を細隙をもって貼り合わせ、内部に液晶を密封することにより構成されている。図7に、液晶表示装置の構造を示す。ガラス基板(50)(60)上には、各々ITO(Indium TinOxide)の透明電極(51)(61)が形成されており、両電極(51, 61)の対向部分は、両基板(50, 60)間に内封された液晶層(70)を区画して画素容量を構成している。また、透明電極(51)を覆う全面には必要によりパッシベーション膜(52)が形成され、更に両基板の最表面には全面にポリイミドなどの有機高分子膜が被覆され、表面にラビング処理を施すことにより、液晶との相互作用によりディレクター(71)を指定する配向制御膜(53, 62)が形成されている。液晶ディレクター(71)は、ラビングの方向に沿って2~3°の初期傾斜角(プレチルト角)をもって揃えられている。

【0004】 各画素容量は所望の電圧が印加されるように構成されているが、特に、アクティブマトリクス型の場合、透明電極(61)は基板に全面的に形成された共通電極であり、また透明電極(51)はマトリクス的に配置された表示電極である。更に表示電極にはスイッチ素子として、図示は省いたが、アモルファスシリコンやポリシリコンを用いた電界効果型の薄膜トランジスタ(TFT: Thin Film Transistor)が接続され、信号電圧が選択されて画素容量により保持される。液晶は誘電率及び屈折率に異方性を有しており、各画素容量により形成された電界に従ってその配向状態が変化して透過光を変調する。透過率は電界強度に依存して微調整されるため、画素容量ごとに印加電圧を制御することにより、階調表示がなされ、所望の表示画面が作成される。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 前述の、配向制御膜(53, 62)としてポリイミドを用いた液晶表示装置には以下のような問題点がある。まず、TFTを有したアクティブマトリクス型の場合、TFTを保護するためにSiNxなどのパッシベーション膜(52)が必要不可欠であるため、透明電極(51)上にパッシベーション膜(52)と配向制御膜(53)が被覆された構造となる。このため、液晶層(70)の厚さが5μm程度であるのに対し、透明電極(51)と液晶層(70)の間には0.5~1μm程度の離間距離が生じる。このため画素容量の誘電率が液晶層(70)の領域とパッシベーション膜(52)及び配向制御膜(53)の領域の垂直方向結合により成り立ち、パッシベーション膜(52)と配向制御膜(53)による容量成分が無視できなくなる。即ち、TFTの寄生容量に起因する電圧シフトや、印加電圧の大きな表示を行った場合に、液晶の誘電分極、あるいは僅かながらの自由電子による電気伝導性のために、液晶層(70)と配向制御膜(53)との界面

に電荷が蓄積される。いったん、このような電荷が生じると、配向制御膜(53)を誘電層として透明電極(51)との間に容量を形成するため、配向制御膜(53)が厚く容量が小さくなるとリアクタンスが大きくなるので、透明電極(51)の電圧によって、蓄積された電荷を制御することが困難になってくる。このため、保持中に残留電荷が液晶層中(70)中を移動して、画素容量の電圧の保持率が低下したり、画素間で保持電圧が互いに干渉し合っ

てクロストーク現象を招くことになる。また、交流反転駆動においては、例えば、液晶層(70)へ印加された正電界により生じた電荷は、続くフィールド期間で極性が反転しても電荷が残ってしまい、負電界を強める方向に働き、これが直流成分電圧となって、透過率に影響を及ぼし、焼き付きなどの原因にもなる。

【0006】一方、このような問題を防ぐために、透明電極(51)上のみパッシベーション膜(52)を除去する構造がある。この場合、フォトリソグラフィ及びエッチングの工程が増え、コストが増大するとともに、以下の問題が生じる。即ち、透明電極(51)と液晶層(70)の間には、ポリミドの配向制御膜(53)のみが介在される構造となるため、透明電極(51)上に、金属片や導電性の反応物などが在ると、ポリミドはこれら導電性異物を含んで成膜される。異物がポリミドの膜厚よりも大きな場合、異物が配向制御膜(52, 62)から突き出されて直接に液晶層(70)に接触する。液晶は、僅かではあるが電気伝導性を有しており、導電性異物を通じて透明電極(51)に接触すると、液晶層(70)中で電荷が移動し、電圧保持率の低下や、保持中の電圧が画素間で干渉するクロストーク現象、更には、透明電極(51, 61)が液晶層(70)を介して通電する基板間ショートなどの問題となっていた。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明はこの課題を解決するために成され、第1に、液晶層を挟んで対向配置された一対の基板上に、液晶駆動用の画素容量を構成する複数の液晶駆動用電極が形成され、前記液晶駆動用電極に電圧を印加することにより前記画素容量に対応する液晶層中に電界を形成し液晶の配向を変化して透過率を変える液晶表示装置において、前記液晶駆動用電極が形成された基板上には、無機膜からなる配向制御膜が形成され、液晶の初期配向を制御する構成である。

【0008】第2に、液晶層を挟んで対向配置された一対の基板上に液晶駆動用の画素容量を構成する複数の液晶駆動用電極が形成され、前記液晶駆動用電極に電圧を印加することにより前記画素容量に対応する液晶層中に電界を形成し液晶の配向の第1成分を指定して透過率を変化するとともに、前記一対の基板の一方の基板上には前記画素容量の周辺に画素容量内の電界を變形する配向制御電極が配置され、液晶の配向の第2成分を指定して

視角特性を変える液晶表示装置において、前記液晶駆動用電極が形成された基板上には、無機膜からなる配向制御膜が形成され、液晶の初期配向を制御する構成である。

【0009】第3に、第1または第2の構成において、前記一対の基板の一方に形成された液晶駆動用電極中には、電極の不在部分である配向制御窓が形成されている構成である。第4に、第1から第3のいずれかの構成において、前記配向制御膜は、ラビング処理が施され、液晶の初期配向方向は前記配向制御膜との接触界面において前記ラビングの方向に沿った一定方向に揃えられている構成である。

【0010】第5に、第1から第4のいずれかの構成において、前記配向制御膜は、CVDあるいはスパッタリングにより形成された膜であることを特徴とする請求項1から請求項4記載の液晶表示装置。

【0011】

【作用】本発明の構成で、液晶の配向制御膜として、無機膜からなる絶縁層を用いることにより、例えば、周知の化学気相成長法(CVD: Chemical Vapor Deposition)、あるいは物理的堆積法、即ち、スパッタリングなどにより成膜することができる。このため、配向制御膜をパッシベーション膜に兼用させることができ、液晶層と液晶駆動用電極の間の誘電層が薄くなるので、配向制御膜上に生じた電荷と液晶駆動用電極との間で形成される容量を大きくすることができ、この容量のリアクタンスが小さくなる。従って、液晶駆動用電極の電圧により配向制御膜上の電荷が十分に制御され、液晶層中で電荷が移動して、電圧保持率が低下したり、画素間で保持電圧が影響し合うクロストーク現象などを防ぐことができる。特に交流反転駆動においても、電荷の残留が無くされ、直流成分電圧を防ぐことができる。

【0012】また、CVDやスパッタリングにより形成された膜は、ステップカバレージが良く、電極配線上に異物があっても、この異物の上を覆って被着されるため、異物が液晶に直接に接触することが無くなる。このため、導電性異物により電極配線が液晶層を介して通じてリークすることが防がれる。また、このような配向制御膜自体を薄くすることができるので、配向制御膜を誘電層とした容量のリアクタンスを小さくすることにより、液晶駆動用電極による配向制御膜上の電荷の制御性が高まるので、クロストーク、電圧保持率の低下、残留電荷による直流成分電圧などの問題が無くされる。

【0013】更に本発明で、無機膜に周知のラビング処理を施すことにより、配向制御膜との接触界面において液晶の初期配向を制御することができる。この時、液晶ディレクターの初期状態における傾斜角(プレチルト角)をほぼ0°にすることができる。このため、配向制御電極、即ち、透明電極の周辺に配され液晶層中の電界を變形して配向を所定の方向に制御して視角依存性を改

善するための電極、あるいは、液晶駆動用電極中の所定領域に電極不在部として形成され無電界領域を作ることにより配向状態の異なる領域の境界をそこに固定して全体の配向を安定させる配向制御窓を設けた構造に適用することにより、電圧印加時にプレチルトによる配向の制御性が電界による配向制御性を妨げることが無くなるので、配向制御電極や配向制御窓の効果が高められる。

【0014】

【実施例】続いて、本発明の実施例を詳細に説明する。図1は本発明の実施例にかかる液晶表示装置の平面図であり、図2はそのA-A線に沿った断面図である。まず、基板(10)上にCrからなる配向制御電極(11)が形成され、これを覆う全面にはSiNxからなる絶縁層(12)が形成されている。層間絶縁層(12)上には、ITO(Indium Tin Oxide)からなる液晶駆動用の表示電極(13)、表示電極(13)の間にはTFTとそのゲート・ドレインなどの電極配線(14)が形成された領域がある。配向制御電極(11)は表示電極(13)を囲うように配されている。これら表示電極(13)とTFTの電極配線(14)を覆う全面にはSiNx、SiO₂などの無機膜からなる配向制御膜(15)が設けられ、ラビング処理がなされている。対向位置に固定された基板(20)上には、ITOからなる液晶駆動用の共通電極(21)と、エッチングにより形成された電極不在部からなる配向制御窓(22)が設けられている。これらを覆う全面には、SiNxからなる配向制御膜(23)が形成され、ラビング処理がなされている。これら両基板(10、20)間には液晶層(30)が介在され、基板周縁でシールされて密封されている。

【0015】図3から図6に、配向制御膜(15、23)として、このような無機膜を用いた液晶表示装置について、各種測定結果を示す。測定では、配向制御膜(15、23)は、プラズマCVDにより形成したSiNxにラビング処理を行ったものである。ラビングは、レーヨン性のローラーで、押し込み量0.6mm、回転数500rpmで行っている。

【0016】図3は、膜厚を変えた時の基板間ショートの数である。測定では、マザーパネルで1m²2中につき、配向制御膜中の異物が原因と見られる基板間のショートによる不良数の平均を求めグラフ(A)を作成した。また、比較例としてポリイミドの配向制御膜を用いた測定結果もグラフ(B)に示した。図から分かるように、ポリイミドでは10~20個程度のショート不良が見られたが、SiNxを用いるとにより0.5個以下に減少しており、特に、膜厚1000Å以上では、基板間ショートによる画素不良は見られなかった。これより、プラズマCVDにより成膜した配向制御膜はステップカバレージが良く、膜厚が薄くても異物を覆い込むことができるため、表示電極(13)と液晶層(30)との

絶縁性が高まり、液晶層中の電荷移動による基板間ショートを防ぐことができることが分かる。

【0017】図4は、同様に膜厚を変えたときの残留直流成分電圧である。測定では、直流電圧10Vを20分間印加後の残留電圧を求めた。ポリイミドを用いた場合(B)よりもSiNxを用いた場合(A)の方が残留電圧は大きくなっているが、図3で見たように、SiNxの配向制御膜は、膜厚を薄くすることができるので、結果的に、残留直流成分電圧を低減することが可能となる。即ち、膜厚が大きくなるに従い配向制御膜を誘電層とした容量のリアクタンスも大きくなるため、いったん液晶層と配向制御膜の界面に生じた電荷は、その後、液晶駆動用電極の電圧により制御されにくくなり、残留直流成分電圧となっている。通常、液晶の閾値は1~2V、画素容量への印加電圧範囲は0~5V程度であり、残留直流電圧により透過率が変化する影響が認識されないレベルは、本測定法では、0.05V程度以下である。この時、図よりSiNxを用いた配向制御膜は膜厚500Å以下が実現される。

【0018】図5に、膜厚を変えたときの電圧保持率の測定結果を示す。図のAに示されるように、SiNxを用いることにより電圧保持率は100%に近い値が得られており、ポリイミド膜を用いた場合(B)に90%程度だった値よりも上昇している。図6に、膜厚を変えたときのプレチルト角の大きさを示す。測定では、いずれの膜厚においてもプレチルト角の存在は確認されなかった。

【0019】以上、図3から図6に示すように、配向制御膜としてSiNxを用いることにより、各種測定結果の向上が見られるが、本発明は、SiNxのみに限定されることはなく、他にCVDあるいはスパッタリングにより形成される無機膜、例えば、SiO₂などを用いても同様の効果が得られるものである。本発明では、このようなSiNx、あるいは、SiO₂などの無機膜を配向制御膜(15)として用いることにより、パッシベーションと兼用とすることにより、表示電極(13)上の誘電層を配向制御膜(15)のみとするものである。これにより、液晶層(30)と表示電極(13)間の容量が大きくなることなく、配向制御膜(15)上の残留電荷の制御が表示電極(13)の電圧制御により効率的に成され、液晶層(30)中での電荷の移動に起因するクロストーク現象、電圧保持率の低下、あるいは配向制御膜(15)上の残留電荷に起因する直流成分電圧による焼き付きなどの問題が防がれる。

【0020】特に、異物に対する被覆性の向上から、液晶駆動用電極(13、21)上の導電性異物による液晶層(30)との通電が防がれ、図3に示すように、基板間ショート数が減少するとともに、このような導電性異物に起因すると見られる液晶層(30)中での電荷の移動が抑えられるため、図5に示されているように、平均

的に電圧保持率の上昇が達成されている。また、膜厚を薄くすることが可能となるので、リアクタンスにより電荷の制御性が減じられることが無くなるので、これによっても、直流成分電圧の低減、電圧保持率の上昇、クロストークの抑制が達成される。

【0021】更に、図6に示すように、プレチルト角が 0° であるため、ツイスト・ネマチック・モードにおいて、本出願人が既に特願平5-84696、特願平5-153671、特願平5-157120、特願平5-169087、特願平5-169088、特願平5-216441、特願平5-295731、特願平6-21152、特願平6-92283、特願平6-104044、特願平6-207589、特願平6-237482で出願済みの構造に適用するのが最も効果的である。即ち、液晶駆動用電極とは別に液晶の配向の指向性を制御する配向制御電極、液晶の配向方向の異なる領域の境界を固定するために液晶駆動用電極内に電極不在領域として形成した配向制御窓、または、液晶層との接触界面を部分的に隆起または陥没させて液晶の配向の指向性を付与する配向制御断層などを設け、液晶の配向が複数方向に分割するように制御することにより、視野角を拡大し表示品位を高めた構造に最適である。なぜならば、本発明の配向制御膜を用いることにより、プレチルト角が 0° となるため、電界の制御により付与された配向の指向性が、プレチルトによる指向性により妨げられることが避けられ、良好な配向制御効果が得られるからである。

【0022】図1及び図2に示した実施例は、配向制御電極(13)と配向制御窓(22)を有した液晶表示装置において、配向制御膜(15, 23)をSiNxにより形成した構造である。表示電極(13)のエッジ部では、配向制御電極(11)との電圧差もあって電界(32)は、表示電極(13)から共通電極(21)へ向かって表示電極(13)の外側へ広がるような形状となっている。このような電界(31)が斜め方向に傾いた領域においては、特に、液晶ディレクター(31)は、最短の変位でもって電界(32)の方向へ沿うように変化し、連続体性により画素内部もこれに従った配向となる。即ち、液晶ディレクター(31)の法線方向に対する角度とともに、法線を軸とした回転角も指定される。表示電極(13)の各エッジ部でこのように制御された配向は、画素の中央部で食い違うが、電極の不在により形成された配向制御窓(22)により確保された無電界領域においては、液晶ディレクター(31)が比較的強く初期状態に固定されているため、ここにおいて、配向の異なった領域の境界が固定されて画素全体で配向が安定する。

【0023】このように、図1及び図2に示した構造は、画素容量の電界(32)を部分的に制御することにより、液晶ディレクター(31)の配向が変化する際に、最短の経路をとらせることにより、エネルギー的に

安定させ、駆動時の配向法線方向成分と平面方向成分を定めるものである。このため、配向制御膜により一定方向に揃えられたプレチルトが与えられると、画素領域内においてエネルギー差にばらつきがでて、設計時に予定した配向が得られず、不安定となる。このため、本発明により実現されたプレチルトの無い配向制御膜(15, 23)を用いることにより、電界による配向制御が効果的に成される。

【0024】

【発明の効果】以上の説明から明らかな如く、本発明で、化学的、あるいは、物理的堆積法により成膜された無機膜にラビング処理を行った配向制御膜を用いることにより、パッシベーション膜と配向制御膜を別に設ける必要が無くなる。このため、液晶層と液晶駆動用電極の間の誘電層が厚くなって配向制御膜と液晶層の界面に生じた電荷が制御しにくくなるといったことが防がれる。そしてこのような残留電荷による直流電圧成分が低減されるとともに、保持中の電荷の移動による電圧保持率の低下やクロストークが抑えられる。また、このような問題を防ぐために液晶駆動用電極上のパッシベーションを除去する工程が不要となり、コスト的にも有利である。

【0025】また、このような堆積法により成膜した配向制御膜は、基板上に付着した導電性の異物を覆い込むため、液晶駆動用電極が異物を介して液晶層に直接に接触して、液晶層中でリークが生じ、クロストーク現象や電圧保持率の低下、更には基板間でのショートなどの問題が防がれる。同時に、配向制御膜を薄くすることもできるので、直流成分電圧の低減、電圧保持率の上昇、クロストークの抑制が達成され、表示品位がいっそう向上する。

【0026】更に、このような堆積法により成膜した配向制御膜は、プレチルトを与えないので、例えば、画素容量の周辺に設けられて電界を変形することにより配向を制御する配向制御電極や、液晶層内に無電界領域を形成してそこで液晶を初期配向状態に固定することにより全体の配向を安定させる配向制御窓を有した構造に用いることにより、電界の制御による配向指向性がプレチルトによる配向指向性により減じられることが無くなり、配向制御電極や配向制御窓が効果的に作用し、視野角の拡大、表示品位の向上が達成される。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例にかかる液晶表示装置の平面図である。

【図2】図1のA-A線に沿った断面図である。。

【図3】配向制御膜の膜厚と基板間のショート数の関係図である。

【図4】配向制御膜の膜厚と直流成分電圧との関係図である。

【図5】配向制御膜の膜厚と電圧保持率との関係図である。

【図6】配向制御膜の膜厚とプレチルト角の関係図である。

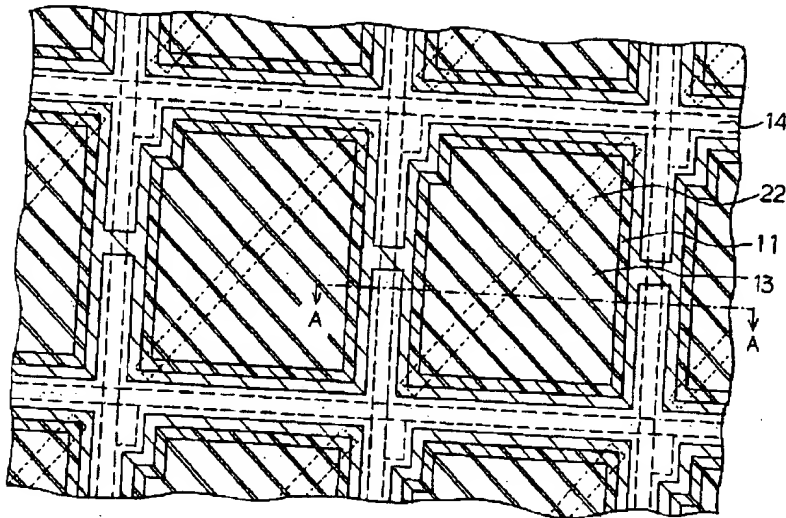
【図7】従来の液晶表示装置の構造を示す断面図である。

【符号の説明】

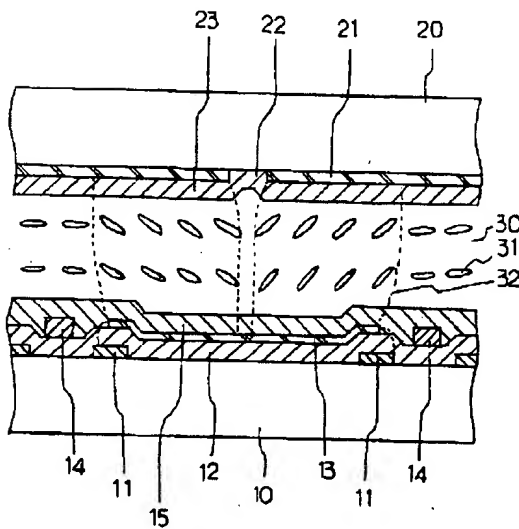
10, 20 基板
11 配向制御電極
12 絶縁層

13 表示電極
14 TFTとその電極配線
15, 23 配向制御膜
21 共通電極
22 配向制御窓
30 液晶層
31 液晶ディレクター
32 電界

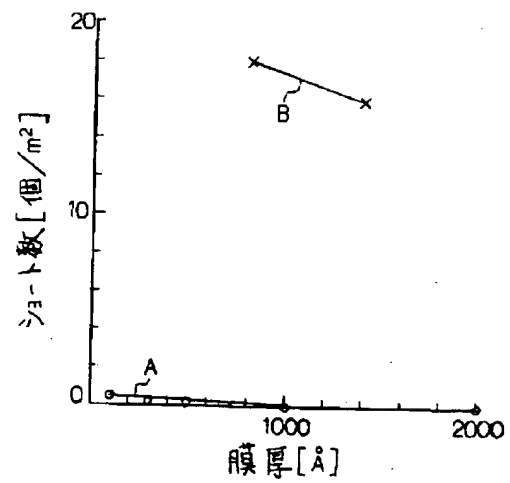
【図1】



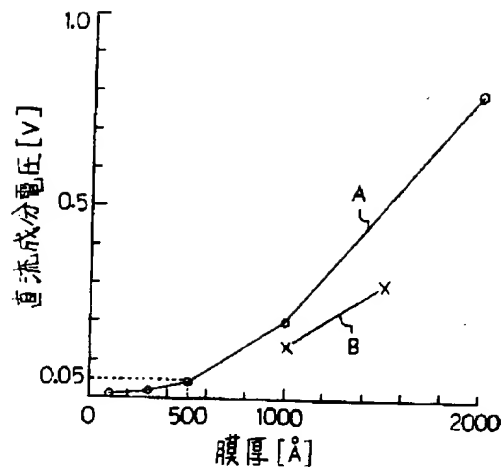
【図2】



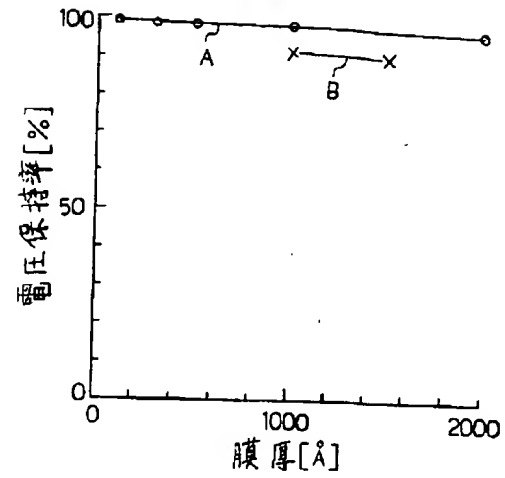
【図3】



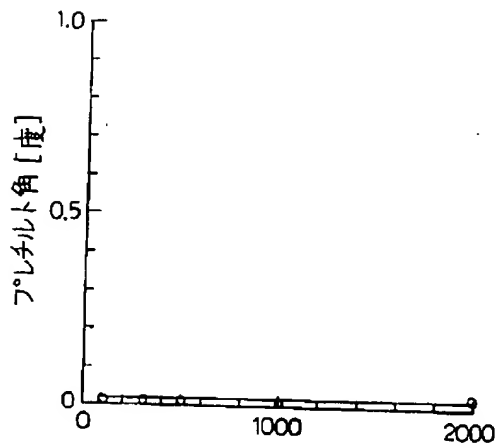
【図4】



【図5】



【図6】



【図7】

